

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-106827

(43)Date of publication of application : 09.04.2003

(51)Int.CI. G01B 11/30  
G01B 11/24  
G01N 21/956  
H05K 3/00

(21)Application number : 2001-297378

(71)Applicant : KYOCERA MITA CORP

(22)Date of filing : 27.09.2001

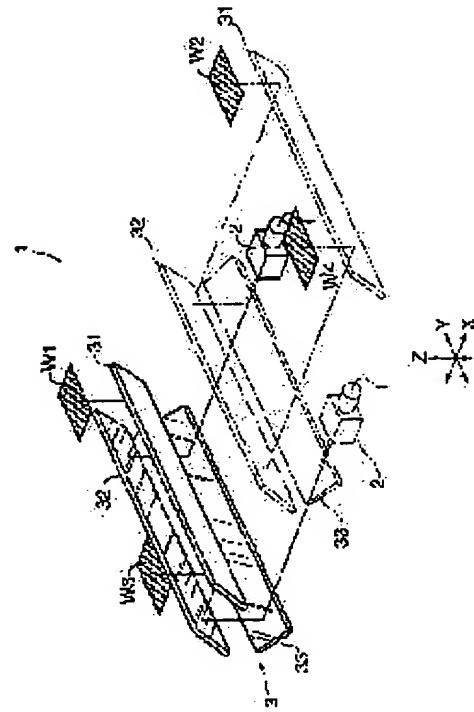
(72)Inventor : IJIRI MASAHIRO

## (54) VISUAL INSPECTION APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a visual inspection apparatus for speedily moving a photograph point in horizontal and up/down directions (XYZ direction) by a simple configuration.

**SOLUTION:** In the visual inspection apparatus 1 for inspecting a work by imaging the work by an image sensor 2 via a mirror optical system 3, the mirror optical system 3 comprises a plurality of mirrors that can travel in the X axis direction on an XY plane, has a first mirror 31 that is arranged at a position that opposes the work, a second mirror 32 for further reflecting reflection light from the first mirror 31, and a third mirror 33 for reflecting reflection light from the second mirror 32 toward the image sensor 2. The image sensor 2 can travel in the Y axis direction so that the third mirror 33 coincides with the optical axis.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-106827

(P2003-106827A)

(43)公開日 平成15年4月9日 (2003.4.9)

(51)Int.Cl.\*

G 01 B 11/30

11/24

G 01 N 21/956

H 05 K 3/00

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

G 01 B 11/30

A 2 F 0 6 5

G 01 N 21/956

B 2 G 0 5 1

H 05 K 3/00

Q

G 01 B 11/24

K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2001-297378(P2001-297378)

(22)出願日

平成13年9月27日 (2001.9.27)

(71)出願人 000006150

京セラミタ株式会社

大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号

(72)発明者 井尻 正裕

大阪市中央区玉造1丁目2番28号 京セラ  
ミタ株式会社内

(74)代理人 100067828

弁理士 小谷 悅司 (外2名)

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB05 CC01 CC26 DD06

FF04 JJ26 LL62 MM16 MM25

PP05 UU02 UU06 UU07

2G051 AA65 AB14 AB20 AC15 CA04

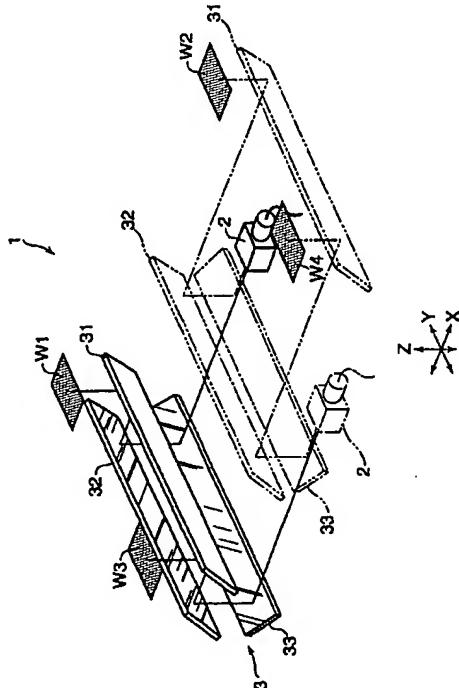
CC11 CD02

(54)【発明の名称】 外観検査装置

(57)【要約】

【課題】 撮影ポイントを、簡単な構成でもって水平及び上下方向(XYZ方向)に高速に移動させることができ外観検査装置を提供する。

【解決手段】 ミラー光学系3を介してワークを画像センサ2で撮像することによってワークを検査する外観検査装置1であって、ミラー光学系3はXY平面上においてX軸方向に移動可能とされた複数のミラーからなり、ワークに対向する位置に配置された第1のミラー31と、第1のミラー31からの反射光を更に反射する第2のミラー32と、第2のミラー32からの反射光を画像センサ2に向けて反射する第3のミラー33とを有し、画像センサ2が、第3のミラー33と光軸が一致するようにY軸方向に移動可能に構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ミラー光学系を介して検査対象物を画像センサで撮像することによって検査対象物を検査する外観検査装置であって、

前記ミラー光学系はXY平面上においてX軸方向に移動可能とされた複数のミラーからなり、検査対象物に対向する位置に配置された第1ミラーと、この第1ミラーからの反射光を更に反射する第2ミラーと、この第2ミラーからの反射光を前記画像センサに向けて反射する第3ミラーとを有し、

前記画像センサはY軸方向に移動自在とされ、

前記ミラー光学系から反射される画像が前記画像センサに撮像されるように、前記ミラー光学系及び画像センサの動作を制御する制御手段を備えたことを特徴とする外観検査装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記第2及び第3ミラーの移動距離を、前記第1ミラーの移動距離の約2分の1とすることを特徴とする請求項1に記載の外観検査装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記第1ミラーを検査対象物に対向する位置に保持したままで、前記第2及び第3ミラーを移動させることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の外観検査装置。

【請求項4】 前記第1ミラーは、検査対象物に対する傾きを変更し得るように旋回可能に構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の外観検査装置。

【請求項5】 前記画像センサは、XY平面上で旋回可能に構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の外観検査装置。

【請求項6】 前記ミラー光学系及び画像センサによる撮像が、検査対象物の下方から行われるように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の外観検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回路基板のパターン検査、立体物の斜視等に使用される外観検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、回路基板のパターンや半田付け状態を検査する外観検査装置として、画像センサを直交座標系クロススライドによりXY平面上でXY軸方向に移動させて、回路基板を上方から検査する外観検査装置があり、これにはモニタ表示画像を目視で確認する半自動式や、カメラ画像と予め登録された良品画像とを比較して良否を自動判定する自動式がある。また、ワークを多角度から立体的に撮影するために、CCDカメラには3Dアタッチメントが用いられている。この3Dアタッチメントは、2枚の旋回ミラーをCCDカメラのレン

ズ光軸に対して回転させ、ワークに対して斜め方向で旋回させることによって、CCDカメラに別角度からのワーク状態が映り込むようにしたものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の外観検査装置によれば、次のような問題がある。①上記直交系クロススライドは、X軸方向に移動する第1軸移動機構と、第1軸移動機構をY方向にスライド移動させる第2軸移動機構とからなるため、第2軸移動機構は必然的に重くなってしまい、高速運転が不可能である。②画像センサによる上下方向(検査対象物の奥行方向)における撮影距離を変更させたい場合には、直交座標系クロススライドによる画像センサのXY軸方向への移動に加えて、更に画像センサを上下移動(Z軸方向に移動)させる機構が必要となるために移動機構が複雑化・大型化し、また、重量も重くなるため、移動の高速化が妨げられる。

【0004】 また、3Dアタッチメントを用いる場合は、③カメラのレンズ先端にアタッチメントを装着するため、その装着に手間がかかり、自動での切り換えができるない。④2枚のミラーを使用する構造のため、カメラ光軸近くの小旋回撮影、縦チルト、横チルト等の撮影ができない、という問題がある。

【0005】 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、簡単な構成でもって画像検査位置を水平及び上下方向(XYZ方向)に高速に移動させることができる外観検査装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、ミラー光学系を介して検査対象物を画像センサで撮像することによって検査対象物を検査する外観検査装置であって、前記ミラー光学系はXY平面上においてX軸方向に移動可能とされた複数のミラーからなり、検査対象物に対向する位置に配置された第1ミラーと、この第1ミラーからの反射光を更に反射する第2ミラーと、この第2ミラーからの反射光を前記画像センサに向けて反射する第3ミラーとを有し、前記画像センサはY軸方向に移動自在とされ、前記ミラー光学系から反射される画像が前記画像センサに撮像されるように、前記ミラー光学系及び画像センサの動作を制御する制御手段を備えたものである。

【0007】 この構成によれば、ミラー光学系をX軸方向に、画像センサをY軸方向に移動させ、それぞれを単軸移動させることで撮影位置を変更できるため、高精度・高剛性の直交系クロススライド等を必要とすることなく、軽量、安価、コンパクトに外観検査装置を構成することができる。よって、ミラー光学系及び画像センサは単軸移動可能な構成であれば足りるから、剛性が十分であり、しかも移動機構が簡単であるため、高速運転が可

能である。また、第2及び第3ミラーをX軸方向に移動させれば、その移動量の2倍の移動量でもって、検査対象物に対する画像センサの奥行方向における視覚移動を行なうことができる。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の外観検査装置であって、前記制御手段が、前記第2及び第3ミラーの移動距離を、前記第1ミラーの移動距離の約2分の1とするものである。

【0009】この構成によれば、検査対象物に対して同一の奥行方向距離を保ったままで、画像センサによるワーク撮影位置を変更することができる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の外観検査装置であって、前記制御手段は、前記第1ミラーを検査対象物に対向する位置に保持したままで、前記第2及び第3ミラーを移動させるものである。

【0011】この構成によれば、第2及び第3ミラーを移動させることによって、画像センサによるワーク撮影の奥行き方向距離を、第2及び第3ミラーの移動距離の2倍変更することができる。

【0012】請求項4に記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の外観検査装置であって、前記第1ミラーは、検査対象物に対する傾きを変更し得るよう旋回可能に構成されているものである。

【0013】この構成によれば、第1ミラーを画像センサ光軸反射面に対して旋回させることによってX方向に検査画面を変更できるので、第1ミラーを旋回させ得る簡易な機構を備えるだけで、検査対象物のX軸方向のチルト撮影を行うことができる。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の外観検査装置であって、前記画像センサは、XY平面上で旋回可能に構成されているものである。

【0015】この構成によれば、画像センサをXY平面上で旋回させることによってY方向に検査画面を変更できるので、画像センサを旋回させ得る簡易な機構を備えるだけで、検査対象物のY軸方向のチルト撮影を行うことができる。

【0016】また、画像センサのXY平面上での旋回と、第1ミラーの旋回による検査対象物に対する傾き変更とを組み合わせることによって、検査画面をXY方向に自在に変更することができる。

【0017】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の外観検査装置であって、前記ミラー光学系及び画像センサによる撮像が、検査対象物の下方から行われるように構成されているものである。

【0018】この構成によれば、検査対象物の上方にはミラー光学系及び画像センサがないので、検査対象物と画像センサとが干渉することがなく、画像センサ等を検査対象物から外れた位置に移動させなくても、簡単・安

全に検査対象物を交換することができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る画像検査装置について図面を参照して説明する。図1は本発明に係る外観検査装置の概略構成を示す斜視図、図2は同側面図、図3は同平面図である。本発明に係る外観検査装置1は、検査対象物(ワーク)の外観を撮像するCCDカメラ(画像センサ)2と、ワークの像をCCDカメラ2に向けて反射させるミラー光学系3と、ワークが載置されるコンタクトガラス(原稿台)4とを有し、更に、コンタクトガラス4上のワークを照射するために画像センサ2と共に移動し、画像センサ2と同一光軸を有する照明(図外)を有している。後述するミラー光学系3及びCCDカメラセンサ2の移動及び旋回動作は図外の制御部によって制御され、これによりミラー光学系3及びCCDカメラ2は、ミラー光学系3から反射される画像がCCDカメラ2に撮像されるように動作する。

【0020】ミラー光学系3は、図1のY軸方向に延びる3つのミラーからなり、ワークに対向する位置に配置されたミラー(第1ミラー)31と、ミラー31から反射されるワーク像を更に反射させるために、図1のX方向においてミラー31に対向させて配置されるミラー(第2ミラー)32と、ミラー32から反射されるワーク像をCCDカメラ2に向けて反射させるために、Z軸方向においてミラー32に対向する位置に配置されるミラー(第3ミラー)33とで構成される。

【0021】図1及び図2に示すように、ミラー31は鏡面31aが上方(コンタクトガラス4及びワーク側)に向けられた状態とされ、この状態から鏡面31aが図2で反時計回りに約45度傾けた姿勢(図2にXY平面に対して約45度の傾きとして示す)で配設されている。ミラー32は鏡面32aがミラー31側に向けられている。ミラー32は、その鏡面32aを上方に向けた状態からは図2で時計回りに約135度傾けた姿勢(図2にXY平面に対して約-135度の傾きとして示す)で配設されている。ミラー33は鏡面33aがミラー32側に向けられている。ミラー33は、その鏡面33aを上方に向けた状態からは図2で時計回りに約45度で配設されている。これにより、ミラー31上方のワーク像が鏡面31aによりX軸方向に反射されてミラー32の鏡面32aに写り込み、鏡面32aに写るワーク像はY軸方向に反射されてミラー33の鏡面33aに写り込む。鏡面33aに写るワーク像はX軸方向のCCDカメラ2に向けて反射される。このようにして、コンタクトガラス4上に載置されたワークがミラー31乃至33を介してCCDカメラ2で撮像されるようになっている。

【0022】さらに、ミラー光学系3のミラー31、32、33はX軸方向に平行移動可能に設けられている。ミラー光学系3がX軸方向に平行移動することによつ

て、X軸方向に位置変更されるワークの撮影が可能とされている。ミラー光学系3がX軸方向に移動する場合、ミラー31はミラー32及び33とは独立して別個に移動し、ミラー32及び33は互いの相対的な位置関係を保ったままで移動するように構成されている。このとき、ミラー32及び33の移動距離がミラー31の移動距離の約2分の1となるように制御することにより、CCDカメラ2が撮影するワークの奥行き距離を同一に保ったままで、X軸方向におけるワーク位置を変更して撮影することができる。CCDカメラ2には、ミラー31から反射される画像がミラー32及び33によって反射されて写り込むので、CCDカメラ2の撮影奥行き方向距離は、ミラー32及び33の移動距離の2倍変化するからである。

【0023】図1乃至図3の実線位置でワークW1を撮影するミラー光学系3及びCCDカメラ2を基本位置とすると、ワークW1の位置からX方向にシフトしたワークW2を撮影する場合、ミラー31をワークW2に対向する位置（図1乃至図3に2点鎖線で示す位置）に移動させ、ミラー32及び33をミラー31の移動距離X<sub>1</sub>の2分の1となる距離を移動させ、図1乃至図3に2点鎖線で示す位置まで移動させる。これにより、CCDカメラ2に対する奥行き方向距離を変更せずにワークW2を撮影することができる。

【0024】CCDカメラ2は、Y方向に平行移動可能に設けられており、Y軸方向において位置変更されるワークの撮影が可能とされている。例えば、図1のワークW3を撮影する場合は、CCDカメラ2を上記基本位置から2点鎖線で示す位置に移動すれば、ワークW3の像をCCDカメラ2に写り込ませることができる。さらに、図1及び図3におけるワークW4を撮影する場合は、上記基本位置からミラー31をワークW4に対向する位置までX<sub>1</sub>方向に移動させ、ミラー32及び33をX<sub>1</sub>/2移動させると共に、CCDカメラ2をY方向においてワークW4に対応する位置（図1乃至図3に2点鎖線で示す位置）に移動させる。これらにより、CCDカメラ2に対する奥行き方向距離を変更せずにワークW3、W4を撮影することができる。

【0025】図4はCCDカメラ2が旋回する状態を示す斜視図、図5は同平面図である。CCDカメラ2は、図4及び図5に実線で示す姿勢を基本姿勢として、XY平面で旋回可能に構成されている。XY平面でCCDカメラ2を旋回させた場合、ワークW1に対する撮影角度をY軸方向に変化させた撮影が可能となる。この際、ミラー31を、CCDカメラ2の光軸反射面付近（Y軸）を中心として、CCDカメラ2のチルト角の2分の1の角度で旋回させる。そして、CCDカメラ2による撮影画面の移動とピントを補正するために、ミラー31及び32の位置を補正する。各ミラー31、32、33の幅は、上記旋回時にもCCDカメラ2に十分な光路を確保

できるように設定する。

【0026】これにより、図4及び図5に示すように、CCDカメラ2のY方向への移動と、上記CCDカメラ2の旋回とを組み合わせることによって、Y方向に位置変更されたワークW3に対して撮影角度をY軸方向に変更した撮影が可能である。

【0027】また、図6に示すように、ミラー光学系3のX方向への移動と、上記CCDカメラ2の旋回とを組み合わせることによって、X方向に位置変更されたワークW2に対して撮影角度をY軸方向に変更した撮影が可能である。例えば、ミラー光学系3を図6に2点鎖線で示す位置から、実線で示す位置に移動させ（ミラー32及び33の移動量はミラー31の移動量の2分の1）、CCDカメラ2を旋回させることによって、ワークW2に対する撮影角度をY方向に変化させて撮影できる。

【0028】従って、ミラー光学系3のX方向への移動、CCDカメラ2のY方向への移動、及びCCDカメラ2の旋回を組み合わせることで、コンタクトガラス4上のどの位置に載置されたワークに対しても撮影角度をY方向に変化させる撮影を行うことができる。

【0029】次に、ワークに対してX軸方向に撮影角度を変化させる場合について説明する。図7はこの場合のミラー光学系3の動きを表す外観検査装置1の概略側面図である。ミラー光学系3が図7に実線で示す位置にあり、ワークW1をCCDカメラ2で真下から撮影する状態を基本位置とする。この基本位置からミラー32及び33を-X方向に移動させて1点鎖線で示す位置とし、これに伴ってミラー31を-X方向の1点鎖線で示す位置に移動させる。この状態でミラー31を光軸反射面付近（Y軸）を中心として旋回させてワークW1を撮影すれば、ワークW1の撮影ポイントを変更することなく、当該撮影ポイントを真下よりも-X方向側の位置から見た状態を撮影することができる（このときのミラー32及び33の移動量をミラー31の移動量の2分の1とすれば、CCDカメラ2によるワークの撮影奥行き方向距離は変化しない）。

【0030】さらに、ミラー32及び33を+X方向に平行移動させて2点鎖線の位置とし、ミラー31の位置を+X方向の2点鎖線で示す位置に移動させ、ミラー31を光軸反射面付近（Y軸）を中心として旋回させて、ワークW1を撮影すれば、ワークW1の撮影ポイントを変更することなく、当該撮影ポイントを真下よりも+X方向側の位置から見た状態を撮影することができる。このようにすれば、ワークW1に対する撮影角度をX軸方向に変化させて撮影を行うことができる。

【0031】一方、ミラー光学系3を所定位置に固定したままで、ミラー31を光軸反射面付近（Y軸）を中心として旋回させることによって、ワークの撮影箇所をX方向において変更することができる。例えば、図7に破線で示すように、ミラー31を旋回させて、ワークW2

に対するミラー31の角度を変化させれば、CCDカメラ2に写り込むワークW2の各部分を変更することができる。

【0032】次に、CCDカメラ2によるワーク撮影の奥行方向距離を変化させる場合について説明する。図8はこの場合におけるミラー光学系3の動きを表した外観検査装置1の概略斜視図、図9は同側面図、図10は同平面図である。ミラー31をワークに対向する位置に固定したままで、ミラー32及び33をX方向に平行移動させれば、CCDカメラ2が撮影するワークの奥行方向距離を変化させることができる。この場合も、ミラー32及び33の移動距離の2倍の距離もって、CCDカメラ2によるワークの奥行方向撮影距離を変化させることができる。

【0033】例えば、ミラー光学系3及びCCDカメラ2が図8乃至図10に示す実線位置にありワークW1を撮影する状態から、2点鎖線で示す位置にミラー32及び33をX方向に移動させた場合、CCDカメラ2による撮影の奥行方向距離が延び、CCDカメラ2はワークW1よりも上方のワークW1'を撮影する状態になる。従って、この状態でCCDカメラ2によってワークW1を撮影すると、ワークW1はCCDカメラ2に大きく写り込むことになる。すなわち、ミラー32及び33をミラー31に接近させることにより、CCDカメラ2による撮影の奥行方向距離をミラー32及び33の移動距離の2倍延ばすことができ、ワークW1を2倍大きく撮影することができる。

【0034】なお、本発明は上記実施の形態の構成に限られず種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態のように、CCDカメラ2又はミラー31を旋回させると、CCDカメラ2のワークに対する距離が変化するので、CCDカメラ2の旋回に応じてミラー光学系3の移動を制御部が制御することによって、オートフォーカス機能をリンクさせることも可能である。

【0035】また、上記CCDカメラ2の旋回によるY軸方向におけるチルト、及びミラー光学系3の移動・旋回によるX方向におけるチルトを、任意の基準光軸に対して任意量のチルト角をSin曲線に従って行き、Y方向のチルト及びX方向のチルトのタイミングを1/2周期ずらすことによって、市販の3Dアタッチメントと同様の3次元画像を得ることができ、さらに、光軸に近いチルト角の3次元画像も撮影可能となる。

【0036】また、上記実施形態では、コンタクトガラス4が画像センサ2及びミラー光学系3の上方に設けられ、コンタクトガラス4上に載置されたワークを下方から撮影する構成とされているが、コンタクトガラス4を画像センサ2及びミラー光学系3の下方に設け、コンタクトガラス4上に載置されたワークを上方から撮影する構成としてもよい。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ミラー光学系をX軸方向に、画像センサをY軸方向に移動させ、それそれを単軸移動させることによって撮影位置を変更することができる。これにより、高精度・高剛性の直交系クロススライド等を必要とすることなく、軽量、安価、コンパクトに外観検査装置を構成することができる。また、ミラー光学系及び画像センサは単軸移動可能な構成であれば足りるから、剛性が高く、移動機構が簡単な構成で足り、高速運転が可能である。さらに、第2及び第3ミラーをX軸方向に移動させれば、その移動量の2倍の移動量もって、検査対象物に対する画像センサの奥行方向における視覚移動を行うことができる。

【0038】また、第2及び第3ミラーの移動距離が第1ミラーの移動距離の約2分の1となるように制御すれば、検査対象物に対して同一の奥行方向距離を保ったままで、画像センサによるワーク撮影位置を変更することができる。

【0039】また、第1ミラーを検査対象物に対向した位置に保持したままで、第2及び第3ミラーを移動させようすれば、画像センサによるワーク撮影の奥行き方向距離を、第2及び第3ミラーの移動距離の2倍変更することができる。

【0040】また、第1ミラーを、検査対象物に対する傾きを変更し得るように旋回可能に構成すれば、第1ミラーを旋回させ得る簡易な機構を備えるだけで、X軸方向の検査対象物のチルト撮影を簡単に行うことができる。

【0041】また、画像センサをXY平面上で旋回可能に構成すれば、画像センサを旋回させ得る簡易な機構を備えるだけで、検査対象物のY軸方向のチルト撮影を行うことができる。

【0042】また、ミラー光学系及び画像センサの上方に、検査対象物が載置される原稿台が設けられた構成とすれば、検査対象物と画像センサとが干渉するようなことがなく、簡単・安全に検査対象物を交換することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る外観検査装置の概略構成を示す斜視図である。

【図2】上記外観検査装置の概略構成を示す側面図である。

【図3】上記外観検査装置の概略構成を示す平面図である。

【図4】CCDカメラが旋回する状態を示す斜視図である。

【図5】CCDカメラが旋回する状態を示す平面図である。

【図6】ミラー光学系が移動した場合におけるCCDカメラの旋回状態を示す斜視図である。

【図7】ワークに対してX軸方向に撮影角度を変化させ

る場合のミラー光学系の動きを示す側面図である。

【図8】CCDカメラによるワーク撮影の奥行方向距離を変化させる場合のミラー光学系の動きを示す斜視図である。

【図9】CCDカメラによるワーク撮影の奥行方向距離を変化させる場合のミラー光学系の動きを示す側面図である。

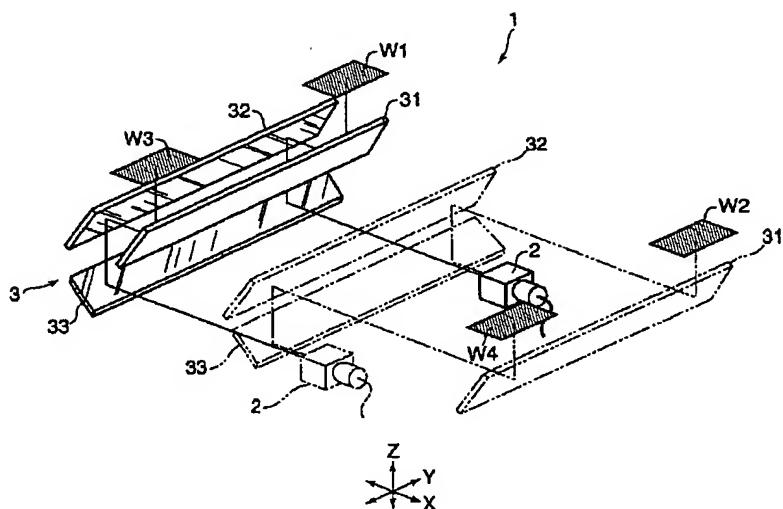
【図10】CCDカメラによるワーク撮影の奥行方向距離を変化させる場合のミラー光学系の動きを示す平面図\*

\*である。

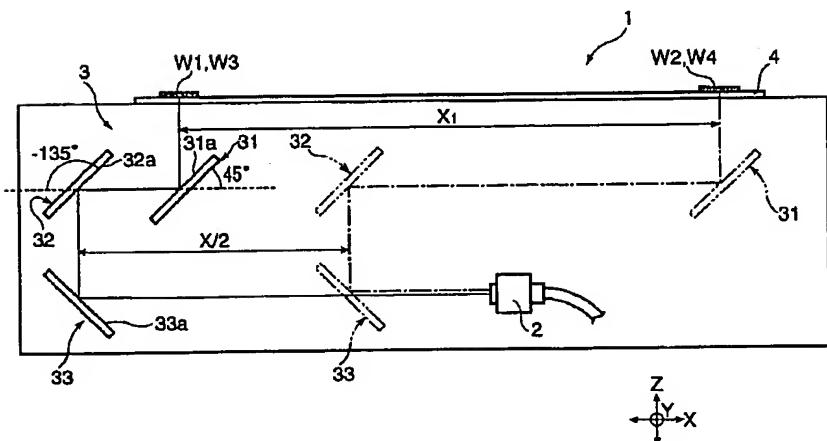
【符号の説明】

- 1 外観検査装置
- 2 画像センサ
- 3 ミラー光学系
- 3 1 ミラー（第1ミラー）
- 3 2 ミラー（第2ミラー）
- 3 3 ミラー（第3ミラー）
- 4 コンタクトガラス

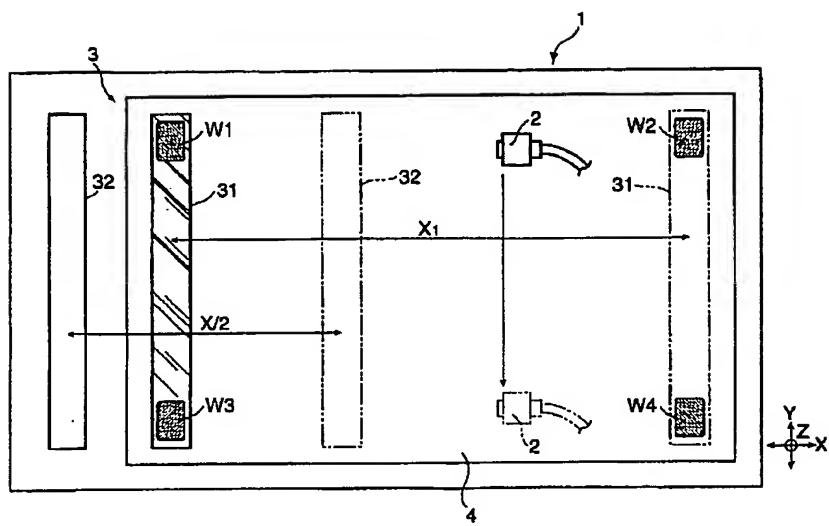
【図1】



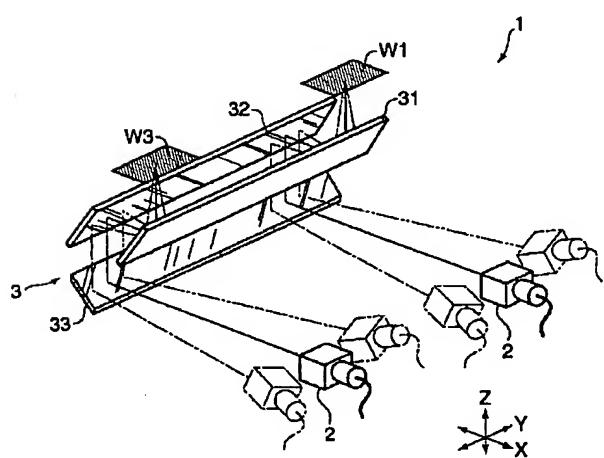
【図2】



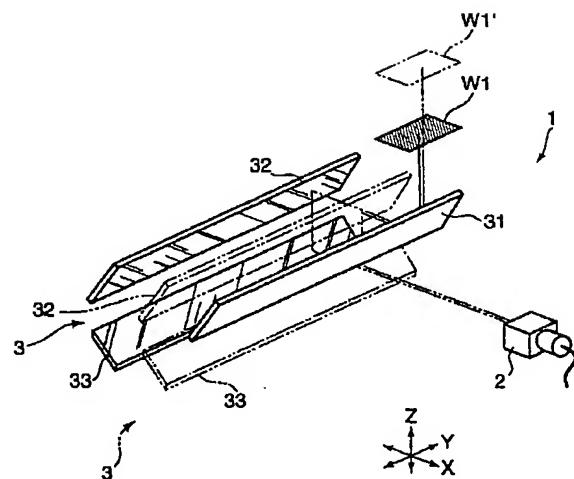
【図3】



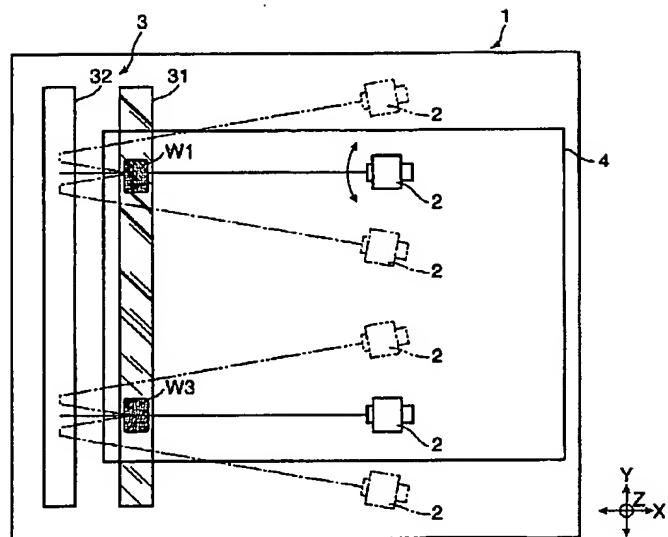
【図4】



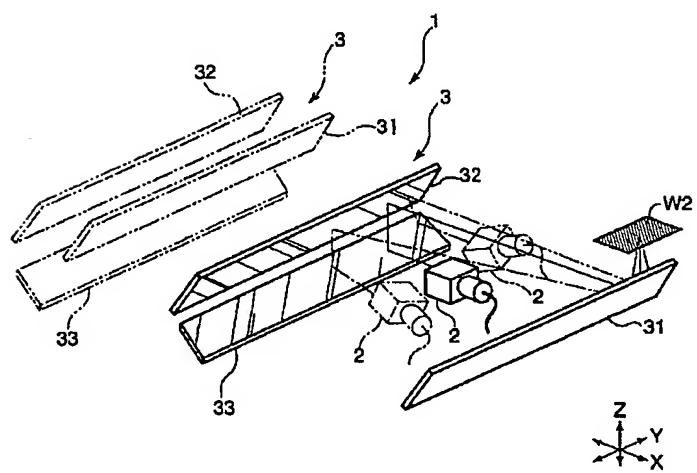
【図8】



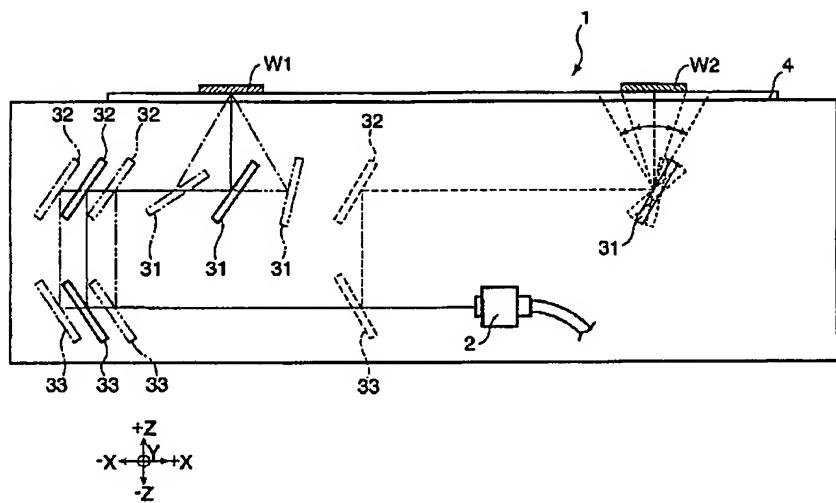
【図5】



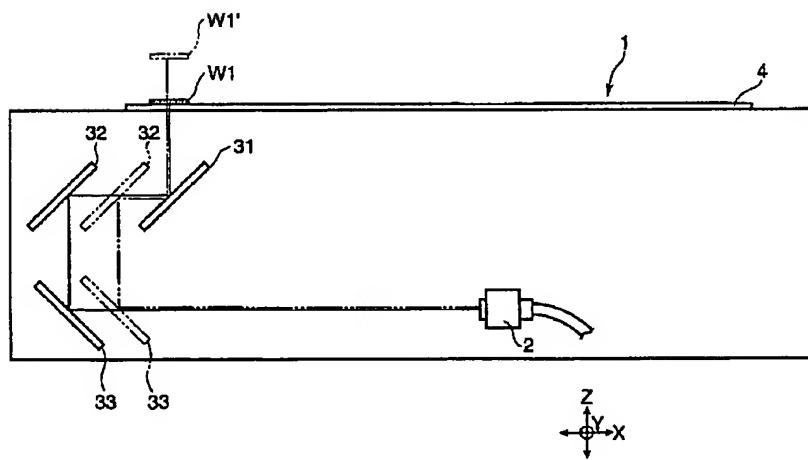
【図6】



【図7】



【図9】



【図10】

